

SVEUČILIŠTE U ZAGREBU  
PRIRODOSLOVNO-MATEMATIČKI FAKULTET  
BIOLOŠKI ODSJEK

SANIRANJE I KARTIRANJE KLIZIŠTA

RECOVERY AND MAPPING OF LANDSLIDES

SEMINARSKI RAD

Anamarija Jurčić

Preddiplomski studij znanosti o okolišu

Mentor: izv. prof. dr. sc. Blanka Cvetko Tešović

Zagreb, rujan 2017.

*Veliko hvala mojoj mentorici izv. prof. dr. sc. Blanki Cvetko Tešović na beskonačnom strpljenju, uloženom trudu i pomoći kod izrade ovog rada.*

*Hvala mom suprugu, bez čije podrške i ljubavi nijedan moj uspjeh, pa tako ni ovaj, ne bi bio moguć, ni potpun. Hvala mom sinu Marcelu što je bio dobar i dopustio mami da napiše rad.*

*Veliku zahvalu i ovaj završni rad posvećujem svojim roditeljima zbog neizmjerne podrške i vjere u moj uspjeh tijekom cijelog školovanja. Hvala vam na bezgraničnoj ljubavi i strpljenju!*

## SADRŽAJ:

1. UVOD.....	1
2. SANIRANJE KLIZIŠTA.....	2
2.1. Dreniranje.....	3
2.2. Modifikacija geometrije padine.....	5
2.3. Potporne konstrukcije.....	6
2.4. Unutarnje ojačanje padine.....	9
3. KARTIRANJE KLIZIŠTA.....	10
3.1. Inventarne karte klizišta.....	12
3.2. Karte potencijalnih klizišta.....	13
3.3. Karte hazarda.....	14
4. ZAKLJUČAK.....	15
5. LITERATURA.....	16
6. SAŽETAK.....	17
7. SUMMARY.....	17
8. PRILOG.....	18

## 1. UVOD

Klizište je općeniti naziv za sve padinske procese što uključuje sve procese kretanja stijenske mase, fragmenata ili tla niz padinu po kliznoj plohi pod utjecajem gravitacije. Voda i led mogu utjecati na klizanje, ali nisu primarni prijenosnici. Pojam klizišta u širem smislu uključuje niz pokreta na padinama (neovisno o mehanizmu). Pod pokretima na padinama smatra se klizanje u užem smislu, odronjavanje, urušavanje, prevrtanje, bočno pomicanje, tečenje i drugi kompleksni pokreti.

Ubrajaju se među najizrazitije destruktivske procese, njihovo pojavljivanje izaziva velike štete naseljima, objektima, šumama i poljoprivrednim površinama. To je prirodan proces oblikovanja reljefa, ali može biti i uzrok ljudske aktivnosti- svako je klizište pokrenuto jednim pojedinačnim događajem ili procesom, tzv. triggerom. Kod istraživanja klizišta važno je razdvojiti uzroke njihova nastanka od izravnih pokretača pojedinog događaja. Postoje pasivni i aktivni uzroci. Pasivni su čimbenici npr. litološki sastav, nagib slojeva, nagib i ekspozicija padine i dr. Dok aktivni čimbenici djeluju izravno u smjeru destabilizacije padina, a to su npr. trošenje, promjene nagiba padina, opterećenje padine dodatnim materijalom (prirodno ili antropogeno odlaganjem ili gradnjom), promjena razine vode temeljnice te uklanjanje vegetacije. Otkrivanje uzroka i pokretača procesa klizanja te ugroženih antropogenih elemenata doprinosi smanjivanju prirodne opasnosti od klizanja.

Klizišta ne biraju mjesto, teren ni klimatsku zonu, pa su raširena širom svijeta. Najveći problem su negativne posljedice koje ostaju iza njih, od tisuća odnesenih ljudskih života do velikih materijalnih šteta. Upravo zato je bitno istražiti takva područja kako bi spriječili navedene posljedice.

Cilj ovog seminarskog rada je pobliže objasniti i prikazati sanaciju klizišta, odnosno metode i konstrukcije stabilizacije i saniranja klizišta. Uz sanaciju u drugom dijelu rada opisana je važnost kartiranja klizišta te prijenos prikupljenih informacija na karte.



## 2. SANIRANJE KLIZIŠTA

Stabilizacija postojećeg klizišta ili prevencija potencijalnog klizišta vrši se s ciljem smanjenja sila koje pokreću klizanje, odnosno povećanjem sila otpora tla ili stijenske mase. Za dobru sanaciju potrebno je napraviti temeljita inženjerskogeološka istraživanja klizišta koja daju određene podatke i pomažu izradi projekta sanacije, odnosno oblikuju proračunske modele, kako bi se spoznao stupanj ugroženosti područja građevine koja se nalazi na pokrenutoj padini ili na padini koja može biti zahvaćena klizanjem. Proračunski model se sastoji od nekoliko dijelova: geometrije tla, geološkog-geotehničkog sastava tla, fizičkomehaničkih parametara tla i hidrogeoloških podataka o razini podzemne vode (Roje-Bonacci 2014).

Projektiranje ima općenito dva koraka, analizu stabilnosti trenutnog stanja (za aktivna klizišta koja nisu još doživjela konačni slom) i analizu stabilnosti saniranog stanja kojim se mora provjeriti učinak mjera sanacije (Roje-Bonacci 2014). To je vrlo zahtjevan zadatak koji je moguće izvršiti uz kvalitetno i pouzdano ispitivanje uzroka klizanja, dubine i oblika klizne plohe, te procjene ukupne površine zahvaćene klizanjem. Pri projektima sanacije prvo se provodi analiza u nesaniranom stanju, a zatim se za iste klizne plohe i iste modele provjerava učinak mjera sanacije. Pri tom kritične klizne plohe u saniranom stanju nisu uvijek one iste koje su bile kritične u saniranom stanju.

Ne postoji generalni recept za sanaciju klizišta i originalni pristup stabilizaciji klizišta koji se može primijeniti na svako klizište (Hutchinson, 1977). Uspješna primjena svake od primijenjenih mjera sanacije ovisna je o točnom prepoznavanju specifičnih uvjeta tla i podzemne vode na terenu tijekom istražnih radova i njihovoj primjeni u projektu sanacije (Popescu, 2001). Klizišta variraju u tipu i veličini, a značajno su ovisna o specifičnim i lokalnim geološkim i drugim uvjetima tako da se za svaki problem klizanja tla mogu primijeniti efektivne mjere sanacije na više načina. Najbolji rezultati u sanaciji klizišta postižu se korištenjem kombinacije različitih tipova sanacijskih mjera koje moraju osigurati maksimalna efekt u stabilizaciji kosine implementacijom najjednostavnije i najmanje zahtjevnije mjere sanacije. Mjere sanacije klizišta razvrstavaju se u četiri osnovne skupine: dreniranje, modifikacija geometrije padine, potporne konstrukcije i unutarnje ojačanje padine.

## 2.1. Dreniranje

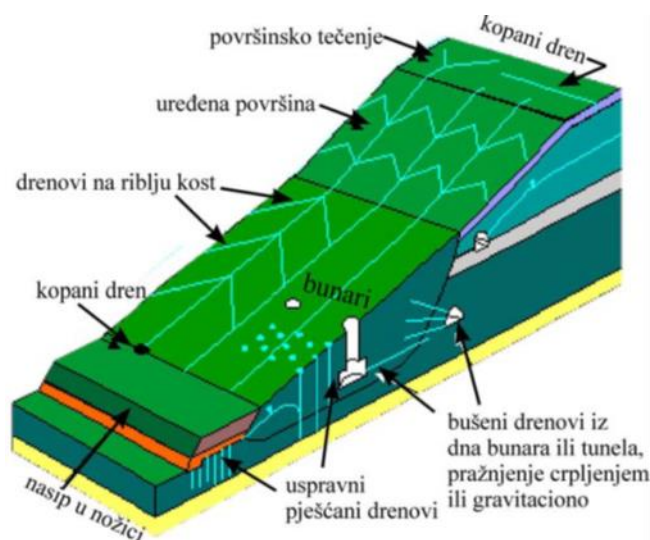
Najčešći neposredni povod za aktiviranje potencijalnih klizišta je voda u svim svojim oblicima pojavljivanja (prikaz na slici 1.)(Roje-Bonacci 2014.)



**Slika 1.** Utjecaj vode na aktiviranje klizišta.

(Izvor: [https://bib.irb.hr/datoteka/746696.sanacija\\_klizita\\_tekst.pdf](https://bib.irb.hr/datoteka/746696.sanacija_klizita_tekst.pdf) )

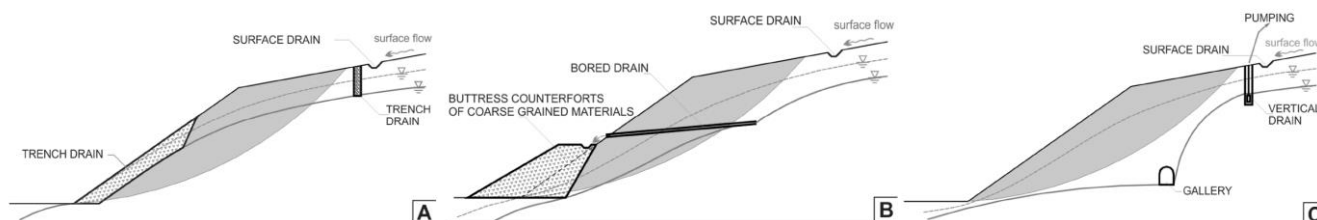
Najučinkovitija mjera saniranja potencijalnih i aktivnih klizišta je odvodnja. Na slici 2. prikazane su različite mogućnosti odvodnja na klizištu kao i neke druge dodatne mjere. Odvodnja ili odstranjivanje vode se vrši drenažom na način da se smanji uzgon, porni tlak i hidrodinamički utjecaj. Sve to zajedno smanjuje i težinu materijala na padini i povećava otpornost na klizanje. Površinskom drenažom, kopanjem jaraka ili kanala, odstranjuje se voda koja teče po klizištu. Osim toga mogu se iskopati duboki ili plitki drenažni jarci koji se ispunjavaju slobodnodrenirajućim materijalom kao što su krupnozrnate ispune ili geosintetici.



**Slika 2.** Vrste drenova za površinsku i podzemnu odvodnju vode pri sanaciji klizišta.

(Izvor: [https://bib.irb.hr/datoteka/746696.sanacija\\_klizita\\_tekst.pdf](https://bib.irb.hr/datoteka/746696.sanacija_klizita_tekst.pdf) )

Jedan od načina je izgradnja podupirućih kontrafora od krupnozrnatih materijala. Njihova izgradnja ima hidrogeološki učinak. Vertikalne bušotine ili vertikalne bunare koriste za smanjenje količine vode. Bušotine su malog promjera iz njih se voda crpi ili su samodrenirajuće, dok su bunari velikog promjera s gravitacijskim dreniranjem. Učinak bušenih vodoravnih drenova značajan je u slučaju dubokih kliznih ploha kod kojih su visoki pijezometrijski tlakovi glavni uzrok klizanja. (Roje-Bonacci 2014.). Najbolji učinak imaju ako se mogu djelom uvesti u jače propusne slojeve koji onda mogu djelovati kao dubinska plošna drenaža. (Roje-Bonacci 2014.). U homogenim, glinovitim tlima nemaju velikog učinka zbog malih polumjera djelovanja (Roje-Bonacci 2014.). Ponekad se rade subhorizontalne ili subvertikalne bušotine, drenažni tuneli, galerije ili potkopi. Odvodnjavanje se također može vršiti vakuumom ili sifonima te elektroosmozom. Jedno od najjednostavnijih načina je sadnja vegetacije koja postiže hidrogeološki učinak. Na Slici 3. prikazane su kombinacije dreniranja.

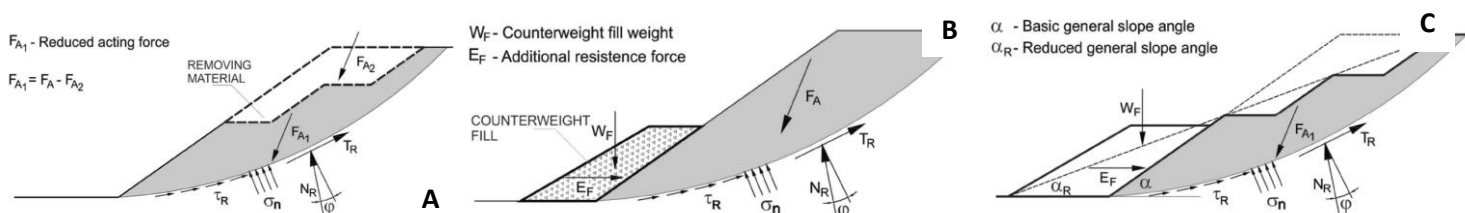


**Slika 3.** Dreniranje kombinacijom površinskog dreniranja i drenažnih jaraka (A), dreniranje kombinacijom površinskog dreniranja, bušenih drenova i podupirućih nasipa od krupnozrnastog materijala (B), dreniranje kombinacijom površinskih i vertikalnih drenova i drenažne galerije (C).

(Izvor: [https://helpdesk.uniri.hr/system/resources/docs/000/009/136/original/Stab\\_kosina\\_P6\\_16\\_17.pdf?1485352897](https://helpdesk.uniri.hr/system/resources/docs/000/009/136/original/Stab_kosina_P6_16_17.pdf?1485352897) )

## 2.2. Modifikacija geometrije padine

Geometrija padine modificira se kako bi se povećala njena stabilnost. Stabilizacija se postiže na više načina. Jedan od načina je uklanjanje materijala s gornjeg dijela klizišta. Tako se smanjuju sile koja pokreću kretanje. Uklonjeni materijal se može zamijeniti nekim drugim materijalom koji je otporniji na klizanje i lakši od prijašnjeg materijala koji se nalazio na vrhu padine (slika 4. pod A).



**Slika 4.** Uklanjanje materijala iz područja koje pokreće klizište (s mogućom zamjenom materijal lakšim) (A), dodavanje materijala u područje koje održava stabilnost (protu-uteg u vidu bermi ili nasipa) (B), smanjenje generalnog nagiba padine (C).

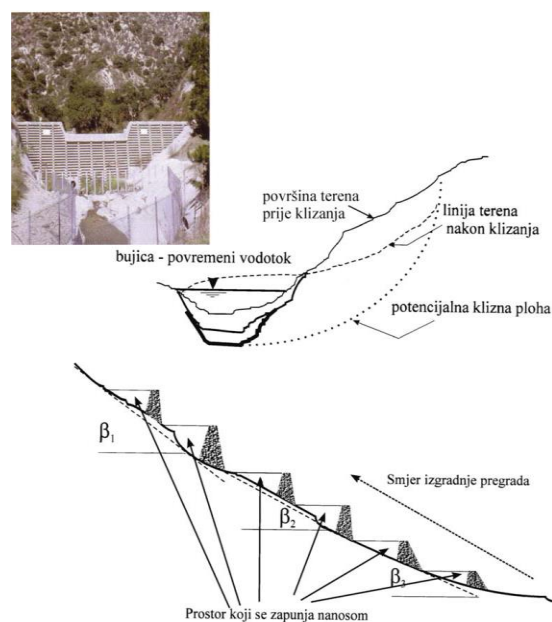
(Izvor: [https://helpdesk.uniri.hr/system/resources/docs/000/009/136/original/Stab\\_kosina\\_P6\\_16\\_17.pdf?1485352897](https://helpdesk.uniri.hr/system/resources/docs/000/009/136/original/Stab_kosina_P6_16_17.pdf?1485352897) )

Ako je previše materijala kojeg treba ukloniti onda se dodaje materijal na drugi dio padine, na područje koje održava stabilnost kao protu-uteg u vidu pregrada, bermi ili nasipa (slika 4. pod B). Treći način (slika 4. pod C) je prebacivanje materijal sa gornjeg dijela na donji dio te tako povećati stabilnost odnosno smanjenjiti nagib padine. Sve te mjere nisu dovoljne same po sebi ako se ne napravi pravilna drenaža.

## **2.3. Potporne konstrukcije**

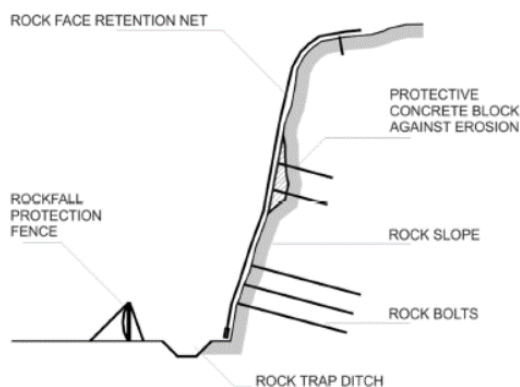
Potporne konstrukcije grade se za sprječavanje potkopavanja nožice klizišta uslijed erozije (npr. uz obale tekućica, mora i jezera) ili za opterećenje nožica klizišta u zasječenim i usječenim dijelovima terena. Sanaciju je moguće izvesti nizom bujičnih pregrada koje stvaraju mikroakumulacije. Ovi se prostori pri svakoj velikoj vodi pune nanosom i zasipavaju. Konačni je rezultat stepeničasti tok s nizom kontroliranih slapova. Sprječena je daljnja erozija, a na kritičnim mjestima je zasuta nožica kosine i tako povećana njena stabilnost (Roje-Bonacci 2014.). Danas postoje gradiva znatno lakša od tla, koja mogu poslužiti za izradu nasipa na vrhu kosine, a da se ona pri tom ne optereti. Isto je tako moguće zaštititi i dodatno opteretiti nožicu. Ovaj načini zaštite prikazan je na slici 5. Postavljaju se masivni potporni zidovi, zidovi od perforiranih elemenata i gabionski zidovi. Često se na licu mjesta grade armirano-betonski zidovi ili armirane zemljane građevine s trakastim ili pločastim polimersko-metalnim armirajućim elementima. Ponekad se postavljaju potporni kontrafori od krupnozrnatog materijala koji imaju mehanički učinak. Ove sve navedene građevine povećavaju otpornost na klizanje. Načini potpornih konstrukcija prikazani su na slici 7.

Postoje i konstrukcije koje pomažu u zaustavljanu pokrenutog materijala, kao što su mreže za zaustavljanje materijala na licima padina stijena, sustavi za oslabljivanje ili zaustavljanje odronjavanja (slika 6.). Ti sustavi mogu biti jarci, klupe, ograde i zidovi za skupljanje kamenja. Postoje i zaštitni blokovi od stijena ili betona kako bi se smanjila ili spriječila erozija koja bi mogla uzrokovati klizanje. Kod svih potpornih građevina najbitnija je adekvatna drenaža koja sprječava njihovo urušavanje.



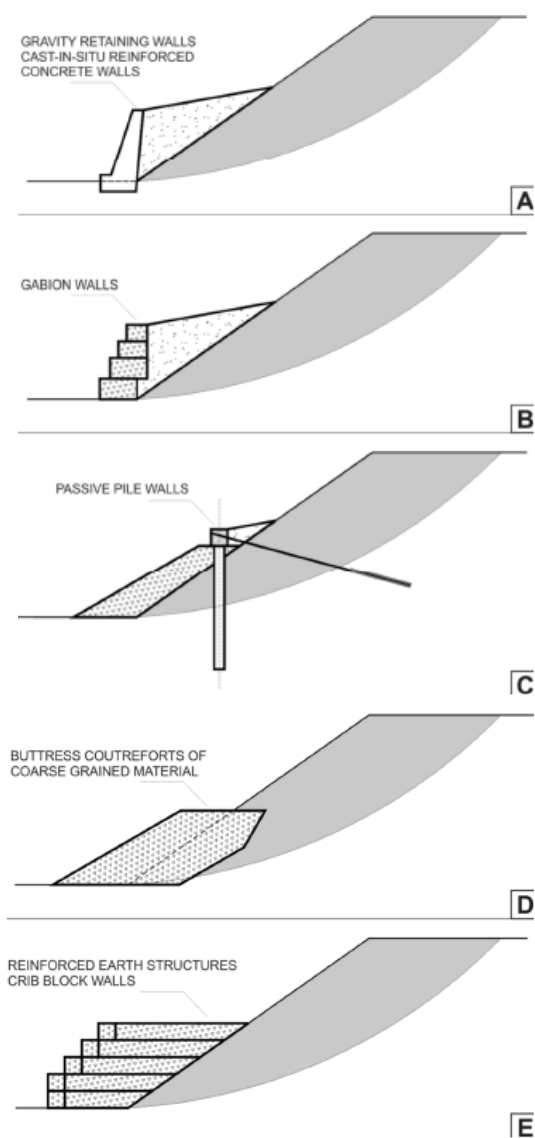
**Slika 5.** Zaštita nožice kosine u dnu korita bujice izgradnjom bujičnih pregrada.

(Izvor: [https://bib.irb.hr/datoteka/746696.sanacija\\_klizita\\_tekst.pdf](https://bib.irb.hr/datoteka/746696.sanacija_klizita_tekst.pdf) )



**Slika 6.** Stabilizacija kosine u stijenskoj masi korištenjem mreža za zaštitu od odrona, zaštitnih armirano-betonskih blokova (jastuka) za zaštitu od erozije i sustava za prihvaćanje odronjenih blokova s kosine.

(Izvor: [https://helpdesk.uniri.hr/system/resources/docs/000/009/136/original/Stab\\_kosi\\_na\\_P6\\_16\\_17\\_pdf?1485352897](https://helpdesk.uniri.hr/system/resources/docs/000/009/136/original/Stab_kosi_na_P6_16_17_pdf?1485352897) )



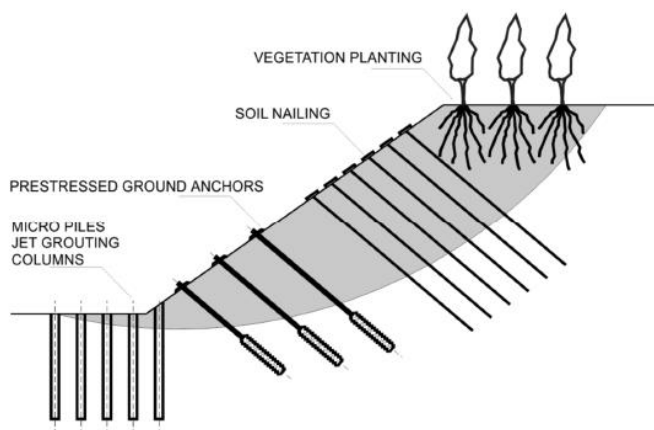
**Slika 7.** Gravitacijski potporni zidovi ili in situ betonirani armirano-betonski potporni zidovi (A), gabionski potporni zidovi (B), pasivne pilotske stijene (C), podupirući nasipi (buttress counterforts) od krupnozrnastog materijala s mehaničkim efektom (D), konstrukcije od armiranog tla ili montažnih potpornih zidova.

(Izvor: [https://helpdesk.uniri.hr/system/resources/docs/000/009/136/original/Stab\\_kosina\\_P6\\_16\\_17\\_pdf?1485352897](https://helpdesk.uniri.hr/system/resources/docs/000/009/136/original/Stab_kosina_P6_16_17_pdf?1485352897) )

## 2.4. Unutarnje ojačanje padine

Unutarnje ojačanje padine koristi se kada ni jedna prethodna mjera ne daje željene rezultate. Ovisno o debljini materijala na padini koji se stabilizira koriste se različite tehnike. Najčešća tehnika je ugrađivanje kratkih sidra i mikropilota te prenapregnutih (geotehničkih) sidra. Uz to se koristi i čavlasto tlo te kolone od kamena ili vapna (cementa). Još postoje neke metode kao npr. onjektiranje, termička obrada i zamrzavanje materijala na padini te korištenje elektroosmotskih sidra. Od svih tih metoda najjednostavnija je metoda sadnje vegetacije, sadi se trave u kombinaciji s grmljem ili stablima pogodnijim za to podneblje. Na taj način se uz pomoć korijena biljaka mehanički povećava čvrstoća tla. Biljke vizualno ne narušavaju izgledu okoliša dok se ostale metode prirodno ne uklapaju u okoliš. Sve metode tehnika unutarnjih ojačanja padina prikazane su na slici 7.

Pri sanaciji klizišta dreniranje se smatra glavnom metodom, a vrlo često se koristi i modifikacija geometrije padine. Te metode su jeftinije u usporedbi s drugima te su zato i najprimjenjenije i gotovo se uvijek koriste u kombinaciji s drugim metodama.



**Slika 8.** Stabilizacija kosine unutarnjim ojačanjem tla i stijenske mase korištenjem sadnjom vegetacije, čavlastim tlom, prenapregnutim sidrima i mikropilotima/ mlazno injektiranim pilotima ili šljunčanim pilotima.

(Izvor: [https://helpdesk.uniri.hr/system/resources/docs/000/009/136/original/Stab\\_kosina\\_P6\\_16\\_17\\_pdf?1485352897](https://helpdesk.uniri.hr/system/resources/docs/000/009/136/original/Stab_kosina_P6_16_17_pdf?1485352897) )



### 3. KARTIRANJE KLIZIŠTA

U geologiji je prošlost ključ budućnosti, što znači da buduća klizišta nastaju na već postojećim nekadašnjim klizištima, zbog jednakih geomorfoloških, geoloških i hidroloških uvjeta koji su prouzročili stara klizišta. Prema toj pretpostavci, možemo odrediti tip klizanja, frekvenciju pojavljivanja, trajanje i posljedice sloma padine koji će uzrokovati klizište u budućnosti. Ljudi također uzrokuju klizišta svojom aktivnošću na način da promjene prirodnu hidrologiju ili topografiju te povećaju vjerojatnost nestabilnosti tla i sloma padine.

Karte su korisne i prikladne za prikazivanje informacije o klizištima i hazardima vezanima uz njih. Karte mogu prikazivati različite kombinacije informacija sa različitom razinom detaljnosti. Postoje tri tipa karata koje se koriste za prostorno planiranje, a to su inventarne karte klizišta, karte potencionalnih klizišta i karte hazarda. Karte hazarda i obične karte koriste se kod urbanog planiranja. Karte hazarda izrađuju se u tri koraka. Prvi korak je izrada regionalnih karata koje su najsitnijeg mjerila 1:100.000, 1:50.000, 1:25.000. Drugi korak izrada onih od 1:10.000 i 1:5.000. Na kraju treći korak topografske karte mjerila 1:1.000 i 1:500.

Istraživanje klizišta počinje s analizom geoloških karata, na kojima je prikazana površinska i podzemna geologija, topografija, vrsta tla i geomorfologija. Na temelju geoloških materijala i procesa može se odrediti iduće najvjerojatnije klizište. Regionalne karte se izrađuju uz pomoć avionskih i satelitskih snimki. Računalo daje trodimenzionalni prikaz terena te se na lakši i brži način dobiju različite geološke informacije koje pomažu u određivanju klizišta. Ponekad aerofotosnimke nisu najidealnije za određivanje klizišta zato jer su neki znakovi klizišta sakriveni i nisu uočljivi na snimkama, a osim toga, s vremenom se obilježja klizišta mijenjaju. Kao primjer su gusta urbanizirana mjesta i područja obrasla gustom vegetacijom.

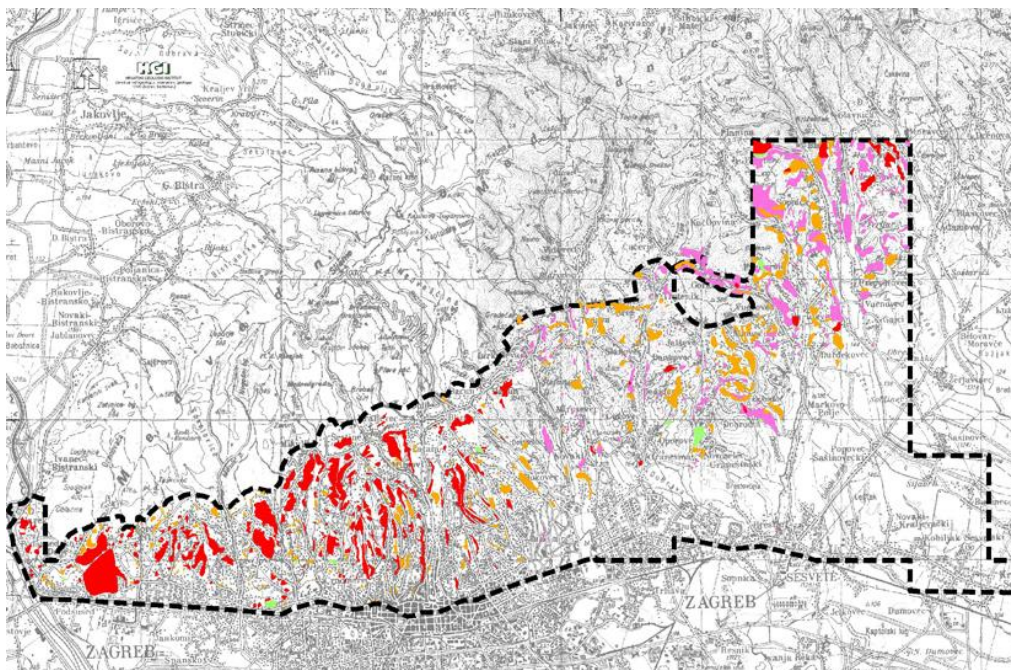
Za preciznije i sigurnije određivanje potrebno je terensko istraživanje gdje se uzimaju uzorci i obrađuju u inženjerskogeološkom ili geomehaničkom laboratoriju. Uzorci se uzimaju površinski i dubinski iz bušotina. Različitim instrumentima za vrijeme bušenja prati se monitoring klizanja i određuju hidrološki uvjeti. Determinacijom jezgre bušotine određuje se vrsta materijala, dubina klizne plohe, debljina i geometrija mase klizišta, razina podzemne vode i stupanj poremećenosti materijala klizanja. Osim toga bitna su nam geofizička istraživanja koja nam daju informacije o litološkim i stukturnim značajkama stijenske mase, o razini podzemne vode i zoni saturacije. Informaciju o dnu mora ili jezera i konturi obale daje nam akustično istraživanje kroz trodimenzionalnu sliku.

Unazad nekoliko godina sve se više upotrebljava modeliranje klizišta uz pomoć računala. Izrađeni su različiti korisnički programi koji unosom određenih podataka prikažu promjene na padini, volumen i domet mase koja će se pokrenuti i posljedice koje će izazvati klizište. Za što bolje i točnije informacije koriste se sve metode zajedno. Važno je spriječiti negativne posljedice i izbjeći materijalnu štetu i ljudske žrtve. Informacije o klizištima prenose se na karte što razumljivije i preglednije kako bi se osim znanstvenika i šira javnost mogla njima koristiti. Karte prikazuju vjerojatnost pojave klizišta, veličinu i područja koja bi mogla biti obuhvaćena klizištem i na kojima se očekuju žrtve i šteta. Podaci o hazardima ne prikazuju se samo na kartama nego i u tekstualnom obliku. Opisuju se područja gdje se očekuju klizišta i procjena štete koju bi moglo nanijeti klizište. Bitno je da su informacije razumljive osobama koje rade prostorno planiranje i one koje donose političke odluke, jer znanstvenici uglavnom ne sudjeluju u takvim odlukama.

Svako klizište ima svoj katastarski list koji se sastoji od položaja klizišta, osnovnih elemenata klizišta, uzorke klizanja, model klizanja te nastale štete i sanaciju terena. Upute za ispunjavanje katastra klizišta i nestabilnih padina nalaze se u prilogu rada.

### 3.1. Inventarne karte klizišta

Inventarne karte prikazuju područja na kojima su zabilježeni procesi klizanja. Jednostavne karte prikazuju ugrubo na kojem području se nalaze klizišta te naglašavaju koja se područja moraju dodatno istražiti. Dok detaljne karte pomažu da se bolje razumiju procesi klizanja, one prikazuju svako klizište i njihovu kliznu plohu, zonu akumulacije, geološku starost, dubinu i širinu klizišta, brzinu kretanja te vrstu materijala. Takve karte uveliko pomažu pri reguliranju ili sprječavanju gradnje objekata na područjima koja su sklona klizanju i stabilizaciji takvih padina. Inventarne karte najčešće prikazuju stanje aktivnosti, dominantni tip pokreta na padini, procjenu debljine pokrivnog materijala, tip materijala i/ili podatke za vremenske intervale aktivnosti klizanja. Uz pomoć tih karata mogu se izraditi karte za prostorno planiranje ili karte hazarda.

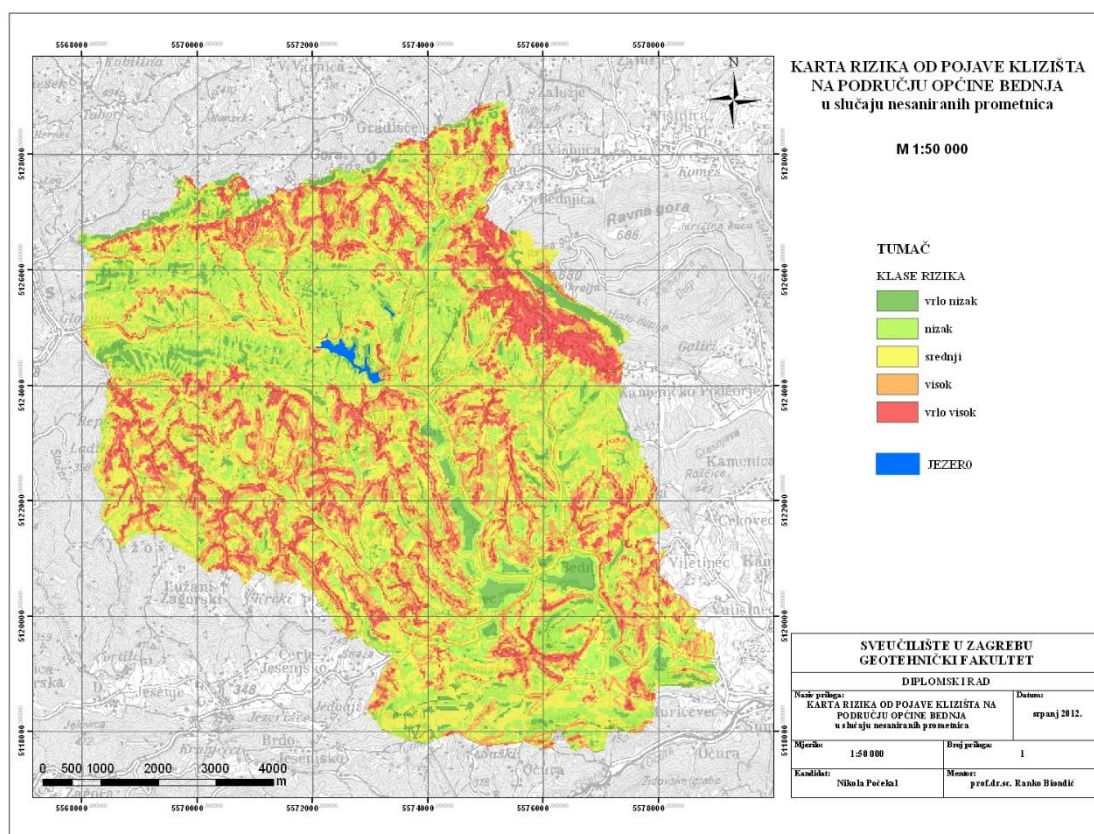


**Slika 9.** Karta klizišta Grada Zagreba: crveno - aktivna klizišta; ljubičasto – inicijalno klizište; žuto – umirena klizišta; zeleno – sanirano klizište.

(Izvor: [http://www.hgi-cgs.hr/pojava\\_klizista.html](http://www.hgi-cgs.hr/pojava_klizista.html) )

### 3.2. Karte potencijalnih klizišta

Ove karte služe za prikazivanje područja kojima prijeti moguće klizište. Potencionalna klizišta se određuju na temelju korelacije čimbenika (strme padine, slabi litološki činovi koji gube čvrstoću kada su saturirani vodom i slabo drenirane stijene ili tlo) koji pridonose klizanju i rasporedom nekadašnjih klizišta. Karte prikazuju potencijalna klizišta, ali to ne znači da će se klizanje stvarno dogoditi. Može se smatrati da karte potencijalnih klizišta proizlaze iz inventarnih karta klizišta jer se na temelju njih izrađuju.



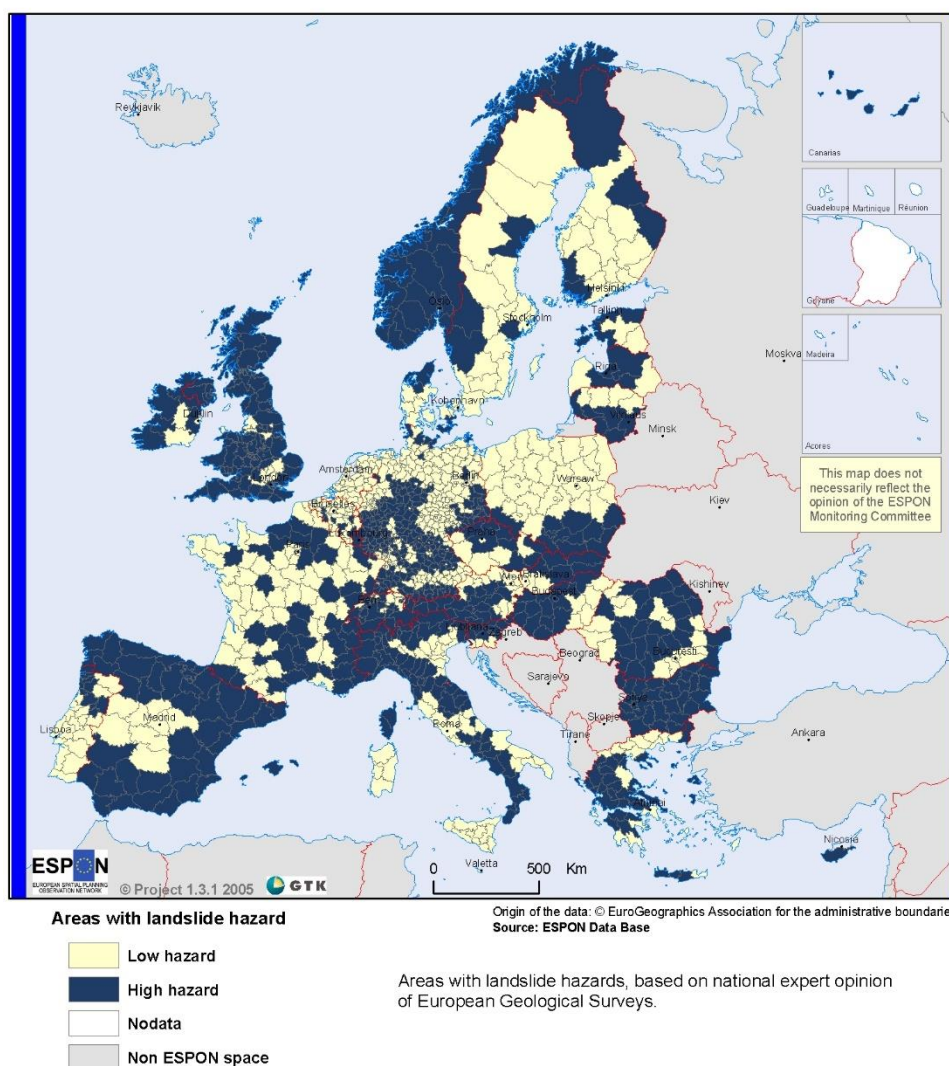
**Slika 10.** Karta rizika od pojave klizišta na području Općine Bednja.

(Izvor: <https://www.google.de/search?tbm=isch&q=karte+potencijalnih+klizi%C5%A1ta&spell=1&sa=X&ved=0ahUKEwi9noOBj7DWAhWDHpoKHTMPCnsQvwUIISgA&biw=1536&bih=747&dpr=1.25#imgsrc=u3eiK23aJlNT1M> )



### 3.3. Karte hazarda

Karte hazarda prikazuju područja klizišta iz prošlosti, nedavnih klizišta te najvažnije područja na kojima bi se u budućnosti moglo dogoditi klizanje. Karte su pune detaljnih podataka o tipu klizanja, nagibu padine podložne klizanju i mogućem pokretnom materijalu za određeno područje. Ove karte služe za predviđanje stupnja hazardnosti klizišta u nekom području, ta se područja rangiraju u tri stupnja: slabo, umjereno i vrlo hazardno područje.



**Slika 11.** Karta hazarda za europsko područje.

(Izvor: [http://www.lampre-project.eu/index.php?option=com\\_k2&view=itemlist&task=user&id=834:cnrripi&limitstart=60&limit=10](http://www.lampre-project.eu/index.php?option=com_k2&view=itemlist&task=user&id=834:cnrripi&limitstart=60&limit=10) )

## 4. ZAKLJUČAK

Klizanje je kretanje mase stijena ili tijela niz padinu, najčešći je geodinamički proces koji za posljedicu ima klizište. Klizišta mogu biti posljedica prirodnog procesa oblikovanja reljefa ili ljudske aktivnosti pri narušavanju stabilnosti padine. Klizanje predstavlja jedan ozbiljan problem koji se javlja u cijelom svijetu. Uzrokuje ekonomske ili socijalne gubitke na privatnim ili javnim dobrima. Uzrokuje velike štete od smanjenja vrijednosti nekretnina, prekida prometa, ljudskih života, ozljeda ili psiholoških trauma.

Kako bi se izbjegle sve te negativne posljedice potrebno je dobro istražiti ugrožena područja i izvršiti kartiranje. Još je uvijek teško predvidjeti klizanje u vremenu, ali je relativno jednostavno definirati zone potencijalnoga klizanja jer prevencija ima prije svega prostornu dimenziju. Stoga se u posljednjih četrdesetak godina izrađuju inventari klizišta, inventarne karte klizišta i digitalne baze. Kartiranje samo po sebi nije dovoljno ako se ta informacija ne podijeli s javnošću naročito sa ljudima koji rade na prostornim planovima.

Unatoč naglom porastu broja objavljenih radova o klizištima usmjerenih na istraživanja klizišta i ublažavanja rizika, i dalje raste šteta uzrokovana klizištima. U manje razvijenim zemljama zbog spleta ekonomskih, političkih, kulturnih i drugih okolnosti primjena strategije ublažavanja rizika još je teža. Utjecaj klizišta u pojedinim zemljama izravno je povezano sa stupnjem ekonomskog razvoja. Uobičajeno je da se kao posljedica prirodnih katastrofa u nerazvijenim zemljama prije svega zbrajaju ljudske žrtve, a u razvijenima zemljama stradala imovina.

U većini slučajeva klizišta se mogu spriječiti ili sanirati. Postoje vrlo jeftine i jednostavne mjere sanacije koje se mogu provesti kako bi se stabilizirala padina na kojoj ili uz koju se nalaze ugrožene građevine. Ali sve to ipak nije tako jednostavno, za pravilnu i kvalitetnu stabilizaciju ili sanaciju klizišta potrebno je konzultirati stručne osobe kao što su inženjeri geologije, inženjeri građevine i agronomi.

## 5. LITERATURA

1. Bonić, A. (2015): Model klizišta u pontskim naslagama na području Medvednice, Lokalitet Bijenik- Diplomski rad, *Prirodoslovno-matematički fakultet, Sveučilište u Zagrebu*, 83 str
2. Bonić, A. (2010): Površinski procesi trošenja s posebnim osvrtom na klizišta- Diplomski rad, *Prirodoslovno-matematički fakultet, Sveučilište u Zagrebu*, 73 str
3. Faivre S., Radeljak P., Grbac Žiković R. (2013.): Formiranje i upotreba digitalnih baza podataka o klizištima u svijetu i Hrvatskoj, *Hrvatski Geografski Glasnik* 75/1, 43 – 69 str.
4. Hutchinson, J. N. (1977): The Assessment of the effectiveness of corrective measures in relation to geological conditions and types of slope movement, *Bulletin of the International Association of Engineering Geology*, 16:131-155
5. Popescu, M.E. (2001.): A suggested method for reporting landslide remedial measures. *Bulletin of Engineering Geology and the Environment*, 60(1), 69-74 str.
6. Roje-Bonacci, T. (2014): Zaštita kosina i sanacija klizišta, Fakultet građevinarstva, arhitekture i geodezije, *Sveučilište u Splitu*, 21 str.

## IZVORI S INTERNETA

1. <https://www.google.de/search?tbm=isch&q=karte+potencijalnih+klizi%C5%A1ta&spell=1&sa=X&ved=0ahUKEwi9noOBj7DWAhWDHpoKHTMPCnsQvwUIISgA&biw=1536&bih=747&dpr=1.25#imgsrc=u3eiK23aJINT1M>
2. [http://www.hgi-cgs.hr/katastar\\_klizista.html](http://www.hgi-cgs.hr/katastar_klizista.html)
3. [http://www.hgi-cgs.hr/pojava\\_klizista.html](http://www.hgi-cgs.hr/pojava_klizista.html)
4. [https://helpdesk.uniri.hr/system/resources/docs/000/009/136/original/Stab\\_kosina\\_P6\\_16\\_17.pdf?1485352897](https://helpdesk.uniri.hr/system/resources/docs/000/009/136/original/Stab_kosina_P6_16_17.pdf?1485352897)
5. [http://www.lampre-project.eu/index.php?option=com\\_k2&view=itemlist&task=user&id=834:cnirpi&limitstart=60&limit=10](http://www.lampre-project.eu/index.php?option=com_k2&view=itemlist&task=user&id=834:cnirpi&limitstart=60&limit=10)

## **6. SAŽETAK**

Površinski procesi trošenja uključuju sve procese kretanja stjenske mase, fragmenata i/ili tla niz padinu pod djelovanjem gravitacije. Klizanje (klizište) je općeniti naziv za sve ove procese. Klizišta su raširena širom svijeta i potrebno ih je što bolje upoznati da bi se odredili uzroci klizanja, odnosno kako bi se provela pravilna stabilizacija i sanacija padina. Područja koja su podložna klizanju trebalo bi istražiti i kartirati te ih označiti na kartama. U ovom radu izloženi su načini i metode stabilizacije i saniranja klizišta, te je opisana važnost kartiranja i prijenos prikupljenih informacija na karte.

## **7. SUMMARY**

Mass wasting is all movement of rock, debris and/or soil down slope due to the gravity. Landslide is a general term for all these processes. Landslides occur all around the world and it is necessary to get to know them better. Then it will be possible to define the triggers that cause landslides and to do correct slope stabilization and recovery. Areas that have potential for landsliding should be mapped and mark them on the map. This worksheet presents the styles and methods of stabilization and recovery of landslides and described the importance of mapping and transferring collected information the relevant maps.



## 8. PRILOG: Katastar klizišta i nestabilnih padina

Upute za ispunjavanje katastra klizišta i nestabilnih padina

1	KATASTAR KLIZIŠTA I NESTABILNIH PADINA										2														
A	Katastarski broj	4	-	-	-	-	-	-	-	-	Županija	9	-	Dopunski podaci	16	-									
	POLOŽAJ	OIGK 1:100000	5	-	-	-	-	-	-	-	Općina	10	-	Skica	17	-									
		Top. karta 1:25000	6	-	-	-	-	-	-	-	Lokacija	11	-	Firma	18	-									
		Top. karta 1:5 000	7	-	-	-	-	-	-	-	Koordinate	12	X13 Y14 H15	Ispunio	19	-									
		Sel. 100	8	-	-	-	-	-	-	-	Datum prve obrade	20	-	Datum dopune	21	-									
B	OSNOVNI ELEMENTI POJAVE	POJAVA	23	-	NESTABILNA	29	PADINA	32	GEOMETRIJA PADINE NA KOJJOJ JE KLIZIŠTE	33	OPĆI NAGIB PADINE	34	KLIZIŠTE SE NALAZI U	39	LITOLOGIJA PREMA KONZISTENCIJI	40									
		TIP POKRENUTOG MATERIJALA	24	ČVRSTO DJELOMICE ČVRSTO KOHERENTNO RASTRESITO KOMPLEKS	L W P ΔH	TIP POKRETA	28	ODRON KLIZANJE TEČENJE PUZANJE OSTALO	35	OBLIK PADINE PRAVOCRTAN KONKAVAN KONVEKSAN PRIRODNO UMJETNO VALOVITO	36	SMJEŠTAJ KLIZIŠTA NA PADINI GLOBALNA NESTABILNOST U VRHU U SREDINI U NOŽICI	37	VEGETACIJA TRAVA GRMLJE ŠUMA ORANICA LIVADA VOĆNJAK VIŠOGRAD PARK	38	KLIZIŠTE SE NALAZI U	39	LITOLOGIJA PREMA KONZISTENCIJI	40						
		GEOMETRIJA KLIZIŠTA	25	L W D A	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40						
		OBLIK KLIZIŠTA	30	IZDUŽENI EKVIDIMENZIONALAN RAŠIREN	31	JASNA GRANICA KL. NEJASNA GRANICA KL.	32	33	34	35	36	37	38	39	40										
	C	UZROCI POJAVE	50	PRIRODNI ČIMBENICI	51	LJUDSKI ČIMBENICI	52	KINEMATIKA KLIZANJA	53	TIP KLIZANJA	54	ODNOS PREMA STRUKTURI PADINE	55	STADIJ KLIZIŠTA	56	RAZVOJ KLIZIŠTA - UZASTOPNOST	57	STAROST	58	PREMA DUBINI KLIZNE PLOHE	59	PREMA BRZINI POKRETA	60	DEFORMACIJE	
			LITOLOGIJA konzistencija	50	STRUKTURA PADINE	51	STUPANJ RASPADNUTOSTI	52	POVEĆANJE GRADIJENTA P.V.	53	POVEĆANJE VLAŽNOSTI	54	ERODIJA STOPA	55	SULFOZIJA	56	POPLAVA	57	POTRES	58	OSTALO	59	OSTALO	60	OSTALO
			STRUKTURA PADINE	50	STUPANJ RASPADNUTOSTI	51	POVEĆANJE GRADIJENTA P.V.	52	POVEĆANJE VLAŽNOSTI	53	ERODIJA STOPA	54	SULFOZIJA	55	POPLAVA	56	POTRES	57	OSTALO	58	OSTALO	59	OSTALO	60	OSTALO
			STRUKTURA PADINE	50	STUPANJ RASPADNUTOSTI	51	POVEĆANJE GRADIJENTA P.V.	52	POVEĆANJE VLAŽNOSTI	53	ERODIJA STOPA	54	SULFOZIJA	55	POPLAVA	56	POTRES	57	OSTALO	58	OSTALO	59	OSTALO	60	OSTALO
			STRUKTURA PADINE	50	STUPANJ RASPADNUTOSTI	51	POVEĆANJE GRADIJENTA P.V.	52	POVEĆANJE VLAŽNOSTI	53	ERODIJA STOPA	54	SULFOZIJA	55	POPLAVA	56	POTRES	57	OSTALO	58	OSTALO	59	OSTALO	60	OSTALO
			STRUKTURA PADINE	50	STUPANJ RASPADNUTOSTI	51	POVEĆANJE GRADIJENTA P.V.	52	POVEĆANJE VLAŽNOSTI	53	ERODIJA STOPA	54	SULFOZIJA	55	POPLAVA	56	POTRES	57	OSTALO	58	OSTALO	59	OSTALO	60	OSTALO
D	ŠTETE I SANACIJA	63	OBJEKTI NA KLIZIŠTU I NEPOSREDNO UZ	64	STANJE I BROJ	65	PROGNOZA	66	POTREBA ZA SANACIJOM	67	POTREBA ZA SANACIJOM	68	POTREBA ZA SANACIJOM	69	POTREBA ZA SANACIJOM	70	POTREBA ZA SANACIJOM	71	POTREBA ZA SANACIJOM	72	POTREBA ZA SANACIJOM	73	POTREBA ZA SANACIJOM		
		63	OBJEKTI NA KLIZIŠTU I NEPOSREDNO UZ	64	STANJE I BROJ	65	PROGNOZA	66	POTREBA ZA SANACIJOM	67	POTREBA ZA SANACIJOM	68	POTREBA ZA SANACIJOM	69	POTREBA ZA SANACIJOM	70	POTREBA ZA SANACIJOM	71	POTREBA ZA SANACIJOM	72	POTREBA ZA SANACIJOM	73	POTREBA ZA SANACIJOM		

## UPUTE ZA ISPUNJAVANJE KATASTRA KLIZIŠTA I NESTABILNIH PADINA

1. Upisuje se logotip firme ili poduzeća djelatnika koji ispunjava katastarski list. Na pr. IGI.
2. Upisuje se ime projekta u okviru kojeg se ispunjava katastarski list. Na pr. OIGK.

### A

3. **A POLOŽAJ** ili A baza podataka u koju se unose podaci o položaju objekta (geokod) prema administrativnoj podjeli, koordinatama, te osnovni podaci o obradi .
4. Katastarski broj klizišta. Katastarski broj formiran je iz tri dijela, ako je klizište upisano na karti mjerila 1: 25 000 uzima se broj te karte na pr. karta **ZAGREB-ZAPAD** ima broj **032-2-4** (nalazi se ispod naziva karte) i upisuje se broj **03224** zatim se upisuje o kakvom se objektu radi na pr. **KL** što znači klizište i tek sada broj toga klizišta na karti na pr. **001**. U ovom slučaju katastarski broj klizišta bi glasio **03224KL001**.
5. Upisuje se pripadajuća inženjerskogeološka karta u mjerilu 1:100 000. Podaci se ucrtavaju prema oznakama i simbolima iz "Uputa za izradu osnovne inženjerskogeološke karte Republike Hrvatske mjerila 1:100 000" na pr. **ZAGREB**.
6. Upisuje se inženjerskogeološka karta mjerila 1:25 000 na pr. **ZAGREB-ZAPAD**.
7. Upisuje se ime i broj lista osnovne državne karte mjerila 1:5 000 kao na pr. **ZAGREB-25**.
8. Sel. 100 znači da je klizište odabrano i ucrtano (selektirano) na karti mjerila 1:100 000. Upisuje se **DA** ili **NE**.
9. Upisuje se ime županije na pr. **ZAGREBAČKA** ili **GRAD ZAGREB**.
10. Upisuje se ime općine na pr. **ČRNOMEREC**.
11. Upisuje se ime najbližeg mjesta, (lokacije) sela ili zaseoka na pr. **VINOGRADSKA CESTA**.
12. U rubriku koordinate, upisuju se koordinate odabrane točke u **centru** klizišta (težište lika). Za ovu točku mogu se uzeti koordinate već postojeće geodetske točke, sondažne bušotine ili nekog točkastog objekta. Moguće je i GPS-om odrediti koordinate. Točnost koordinata i visina u koliko točka nije geodetski snimljena ovisi o mjerilu karte (koordinate se očitavaju na karti mjerila 1:5 000). Upisuju se vrijednosti sa sedam znamenaka, vrijednosti su izražene u metrima.
13. Upisuju se vrijednosti sa sedam znamenaka za os x.



14. Upisuju se vrijednosti sa sedam znamenaka za os y.

15. Upisuje se nadmorska visina odabrane točke u metrima s točnošću u centimetrima (ako je geodetski snimljena), ili se očitava GPS-om. U slučaju kada se ne zna vrijednost za "H" upiše se broj -9999,99.

16. Ako postoje dopunski podaci a nisu predviđeni u ovim "A" podacima upisati (križić) X. Ovo polje predstavlja "MEMO" polje po kojem se **ne** mogu podaci sortirati i odabirati, ispisuju se u "E" bazi (dopunski podaci).

17. Ako postoji skica u E bazi ispisuje se **DA, (NE)**.

18. U rubriku **firma** (radna organizacija) upisuje se ime radne organizacije koja je ispunila katastarski list.

19. U rubriku pod oznakom datum prve obrade upisuje se prezime i ime obrađivača. Obavezno se prezime odvaja zarezom (prezimeni se postavljaju na prvo mjesto zbog abecednog pretraživanja obrađivača ovog lista) na pr. **KOLARIĆ, JOSIP**.

20. Ispisuje se datum prve obrade na pr. **19.01.94**.

21. Ispisuje se datum zadnje obrade podataka na pr. **15.03.95**.

## B

22. **B OSNOVNI ELEMENTI POJAVE** ili **B** baza u kojoj se opisuje pojava: tip, pokrenutog materijala, geometrijski elementi pojave, geomorfologija padine, inženjerskogeološki odnosno hidrogeološki elementi.

23. Upisuje se pojava **KLIZIŠTE** ili **NESTABILNA PADINA**.

24. **Tip pokrenutog materijala** nudi se izbor za pokrenutu masu:

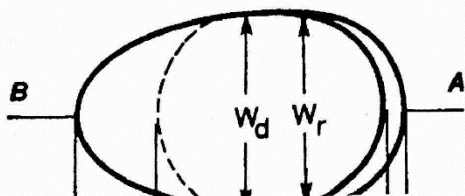
čvrsto,  
djelomice čvrsto,  
koherentno,  
rastresito i  
kompleks.

Ovdje se treba odlučiti za jednu od ponuđenih rješenja i u zato odabranu kućicu staviti **X**.

25. **Geometrija klizišta**, ispisuju se podaci za zahvaćenu površinu r (eng. Rupture surface) i za pokrenutu masu d (eng. Displaced mass.)

26. **Zahvaćena površina (r)** (vidi sliku.) upisuju se elementi padine koja je zahvaćena klizanjem:

**L** – ukupna dužina klizišta od čela do nožice;



**Ld** – dužina pokrenute mase;  
**Lr** - najveća dužina klizne plohe, udaljenost od čela do stope klizišta;  
**Wd** – najveća širina pokrenute mase;  
**Wr** - najveća širina klizne plohe, mjerena između dviju bočnih pukotina pukotina;  
**Dd** – debljina pokrenutog materijala;  
**Dr** - najveća dubina do klizne plohe, mjereno od padine prije klizanja do klizne plohe;  
 $\Delta H$  – visinska razlika od čela do nožice klizišta  
**r** – klizna ploha  
**d** – pokrenuta masa klizišta

**A** - površina zahvaćenog kretanja, od čela klizišta do najniže točke skliznute mase, oivičenog rubnom pukotinom. Ako se podatak površine uzima iz karata mjerila 1:25 000 ili 1:100 000, a moguće ga je prikazati kao površinu (poligon) upisuje se podatak iz dokumentacije. U slučaju ako je klizište detaljno obrađeno (na pr. u mjerilu 1 : 1 000 ili 1 : 5 000) upisuje se rezultat koji je dobiven digitalizacijom.

**L** - ukupna dužina klizišta od čela do nožice klizišta. Dužina je okomita na slojnice, vrijednost se upisuje u **metrima** na pr. **400** ili **1200**.

**27. Pokrenuta masa (d)**, upisuju se geometrijski elementi za pokrenutu masu dakle za masu koja klizi po kliznoj plohi.

**Ld** - maksimalna udaljenost od najviše točke skliznute mase do najniže točke skliznute mase dakle dužina pokrenute mase. Upisuju se u **metrima** na pr. **117** ili **300**.

**Wd** - maksimalna širina pokrenute mase upisuje se veličina u **metrima** razmaka od najudaljenijih pukotina na mjestu gdje počinje izdizanje tla tj. na najširem mjestu na pr.65 ili 200.

**Dd** - upisuje se maksimalna debljina pokrenute mase mjerena od klizne plohe do najvećeg ispupčenja pokrenutog materijala. Upisuje se u **metrima** na pr. 8,5.

**V** - upisuje se volumen pokrenute mase u **m<sup>3</sup>**. Volumen pokrenute mase dobije se izradom najmanje dva profila kroz klizište na pr. 30 000.

$\Delta H$  - visinska razlika od čela klizišta do nožice klizišta.

**28. Tip pokreta**, upiše se o kakvoj je pojavi riječ ponuđeni su ovi tipovi: **ODRON**, **KLIZANJE TEČENJE**, **PUZANJE**, **OSTALO** upiše se križić (X) za tip pokreta kojem odgovara pojava.



29. Nestabilna padina, ako je pod brojem 23 upisano **nestabilna padina** tada se u ovoj rubrici ispisuju podaci za :

**L** - ukupna dužina nestabilne padine

**W** - ukupna širina nestabilne padine

$\beta$ - 27. Nagib padine na pr. 15 brojevi su u stupnjevima. U slučaju poteskoća oko određivanja nagiba cijele padine uzeti u opis područje koje se procjenjuje da bi moglo biti ugroženo. U koliko sve to nije lako odrediti može se opisati u toč. 76. (ostale bilješke ) gdje se padina može detaljnije opisati.

$\Delta H$  - visinska razlika padine od prvih nestabilnosti pa do podnožja gdje prestaju nestabilnosti

U slučaju da u rubrici 23 NIJE upisano **nestabilna padina**, ova se rubrika NE ispunjava.

30. **Oblik klizišta** odnos širine i dužine klizišta može biti : izdužen (kada je  $L_r > W_r$ ), ekvidimenzionalan (kada je  $L_r = W_r$ ) i raširen (kada je  $L_r < W_r$ ).

31. **Izražajnost klizišta** bilježi se izraženost (vidljivost granice) klizišta na terenu i može biti : jasna granica klizišta (kada su granice klizišta dobro uočljive) i nejasna granica klizišta (kada se granica klizišta teško definira).

32. Geomorfologija padine u ovu skupinu podataka ispisuju se podaci za padinu **na kojoj je smješteno klizište**. U koliko nije lako odrediti padinu i njezine parametre detaljno se može opisati u "D" bazi.

33. Geometrija PADINE (na kojoj je klizište) upisuju se broježani podaci za padinu:

**L** - ukupna dužina padine upisuje se duljina od topografske razvodnice pa do lokalnog erozijskog bazisa izraženog u metrima na pr.225.

**W** - ukupna širina padine je oplošje padine između dvije susjedne doline izražene u metrima na pr. 200.

$\Delta H$  - visinska razlika padine od prvih nestabilnosti pa do podnožja gdje prestaju nestabilnosti podaci se očitaju sa karte. Očita se kota vrha čela i kota nožice klizišta, razlika se upisuje u rubriku H. na pr 53.

34. Opći nagib padine ( $\beta$ ) je kut što ga površina terena zatvara s horizontalom. U slučaju poteškoća oko određivanja nagiba cijele padine uzeti u obzir područje koje se procjenjuje da bi moglo biti ugroženo. Nagib padine podjeljen je u četiri skupine nagib:  $< 5^0$ ,  
 $5^0 - 12^0$ ,  
 $12^0 - 32^0$ ,  
 $32^0 - 55^0$ .

Križićem označi se mjesto kojem pripada padina.

35. **Oblik padine** odnosi se na profil padine i može biti: **JEDNOLIČAN I NEJEDNOLIČAN**. Jednoličan može biti: pravocrtan, konkavan, i konveksan. Nejednoličan može biti terasast i valovit (neravan). Terasasta padina može biti prirodna ili umjetna.

36. **Smještaj klizišta** na padini u ovom dijelu opisuje se odnos klizišta prema padini i padine prema stranama svijeta.

**Globalna nestabilnost** ako na cijeloj padini postoji klizište odnosno nestabilnost. Smještaj klizišta u odnosu na padinu može biti **U VRHU** padine, **U SREDINI** padine ili **U NOŽICI** padine. Upisuje se križić u kućicu koja odgovara.

Nacrtana je kružnica koja prikazuje izloženost padine (ekspoziciju) u odnosu na strane svijeta. Križićem se označi mjesto na kojem je klizište.

37. **Vegetacija** u ovu se rubriku ispisuje zatečena vegetacija na padini koja može biti: **PRIRODNA** ili zasađena nekom od **KULTURA**.

**Prirodna** (raslinje koje je samoniklo) može biti: **TRAVA**, **GRMLJE** ili **ŠUMA**. Sa križićem označimo (jedno ili više) o kojem se raslinju radi.

**Vegetacija** pod nekom od kultura: **ORANICA**, **VOĆNJAK**, **PARK**, **LIVADA** ili **VINOGRAD**. Sa križićem se označi o kojoj se kulturi radi.

38. Inženjerskogeološki elementi padine u ovom se poglavlju ispunjavaju inženjerskogeološki, geološki i hidrogeološki podaci koji se mogu prikupiti na terenu.

39. Pod ovom točkom se ispisuje u kakvom se materijalu nalazi klizište ponuđeni su ovi materijali tako da se **KLIZIŠTE NALAZI U**:

MATIČNOJ STIJENI (Ms),  
KORI RASPADANJA (El),  
POKRIVAČU (DI),  
KOLUVIJALNOJ MASI KLIZIŠTA (Ku),  
TVOREVINI RASJEDNE ZONE (R) i  
NASIPU.

Križićem, se označi o kojem se materijalu radi, a u "kućicu" do postavljenog križića napiše se debljina materijala u metrima osim ako se klizište nalazi u matičnoj stijeni.

40. Litologija prema konzistenciji ispisane su rubrike za

ČVRSTO,  
DJELOMIČNO ČVRSTO,  
KOHERENTNO,  
RASTRESITO i  
KOMPLEKS

U prazne kućice ispisuju se simboli koji su označeni u točki 39. Mogu se ispisati jedan ili više (kombinacija) simbola.

41. Stratigrafska pripadnost matične stijene u kućicu se ispisuje simbol za stratigrafsku pripadnost stijene na pr. Pl,Q.



42. Genetska pripadnost pokrivača upisuju se podaci za genetsku pripadnost pokrivača ako pokrivač nije u matičnoj stijeni. Ponuđena su ova rješenja :

PADINSKI NANOS,  
BUJIČNI NANOS i  
KOLUVIJALNI NANOS.

43. Hidrogeološke okolnosti opisuju se površinske i podzemne vode te utjecaj vode na klizište.

44. Za površinske vode treba napisati kojem lokalnom drenažnom bazenu pripadaju vode koje protječu klizištem na pr. JELENOVAC.

45. Opisuju se podzemne vode, način dreniranja padine koji može biti:

U TIJELO KLIZIŠTA,  
IZVAN KLIZIŠTA,  
STAGNIRAJUĆA VODA, I  
LOKVA.

46. Podzemna voda koja se javlja na klizištu i može se odabrati : da je NEMA, da je IMA, da postoji VLAŽENJE, i da se u tijelu klizišta pojavljuje IZVOR.

47. Stanje podzemne vode koja može biti:

SLOBODNA,  
SUBARTEŠKA, i  
ARTEŠKA.

48. Dubina do podzemne vode ili razina podzemne vode (RPV) upisuje se dubina do podzemne vode u metrima sa centimetarskom točnošću na primjer 3,22 ili 12,81.

## C

49. **C UZROCI POJAVE ili C** baza opisuju se razni prirodni ili ljudski čimbenici pojave, kinematika klizanja te karakteristični model klizanja: uzorci postanka klizišta, deformacijske značajke, stadij i starost pojave, identifikacija mjerodavnog inženjerskogeološkog modela.

50. Prirodni čimbenici koji mogu uzrokovati klizanje mogu biti:

LITOLOGIJA (konzistencija),  
STRUKTURA PADINE,  
STUPANJ RASPADNUTOSTI,  
POVEĆANJE GRADIJENTA PODZEMNE VODE,  
POVEĆANJE VLAŽNOSTI,  
EROZIJA STOPE,  
SUFOZIJA,  
POPLAVA,  
POTRES, I  
OSTALO.



51. Ljudski čimbenici koji mogu utjecati na razvoj klizišta mogu biti:  
 POVEĆANJE NAGIBA,  
 OPTEREĆENJE U VRHU PADINE,  
 RASTEREĆENJE U STOPI,  
 RUDARENJE,  
 VIBRACIJE,  
 OŠTEĆENJE VODOVODA,  
 ONEMOGUĆENO DRENIRANJE padine,  
 NAČIN OBRADE ZEMLJE neadekvatan način na koji je obrađeno zemljište  
 PROMJENA VEGETACIJE (sjeća šuma),  
 KOMBINIRANO ako postoji kombinirani ljudski uzrok klizanju.

## 52. Poglavlje o kinematici klizišta.

53. Tip klizanja: ROTACIJSKO, TRANSLACIJSKO i SLOŽENO.

54. Odnos klizišta prema strukturi padine:

ASEKVENTNA klizišta su nastala u istovrsnom materijalu s približno kružnocilindričnim oblikom klizne plohe.

KONSEKVENTNA klizišta, nastala su u stijenskim masama različitih fizičko-mehaničkih značajki, ili u istovrsnom materijalu po slojnim plohama.

INSEKVENTNA klizišta, nastala su u stijenskim masama različitih fizičko-mehaničkih svojstava.

Za odabrani tip u pripadajuću kućicu označimo sa X.

55. Stadij klizišta upisuje se u kojem je stadiju zatečeno klizište, a može biti:  
 AKTIVNO,  
 UMIRENO,  
 STABILIZIRANO, i  
 POTENCIJALNO.

56. Razvoj klizišta - uzastopnost mogu biti :  
 DETRUZIVNA ili progresivna klizišta, koja nastaju na hipsometrijski višem dijelu padine i prenose se na niže dijelove zbog opterećenja i tlaka kojim djeluju na pokrenutu masu.  
 DEPLASIVNA ili regresivna klizišta, koja se formiraju na hipsometrijski nižem dijelu padine, a zatim se klizanje masa širi u viši dio padine.

57. Starost klizišta upisuje se X u kućicu za  
 PALEOKLIZIŠTE,  
 STARO KLIZIŠTE ili  
 PRVO KRETANJE.

58. Prema dubini klizne plohe klizišta mogu biti



POVRŠINSKA klizišta gdje je klizna ploha plića od 1 m.  
 PLITKO klizište s kliznom plohom na dubini od 1m do 5m.  
 DUBOKO klizište klizna ploha je na dubini od 5m do 20m.  
 VRLO DUBOKO klizište s kliznom plohom dubljom od 20m.

Za odabir klizišta upiše se X

59. Prema brzini pokreta klizanje može biti :

TRENUTAČNO klizanje koje se događa u vremenu manjem od 1 sat.

BRZO klizanje koje se događa u kraćem vremenskom razmaku do 24 sata (jedan dan).

POLAGANO klizanje događaj se dogodio unutar mjesec dana (31 dan).

VRLO POLAGANO klizanje gdje se klizanje dogodilo u vremenskom razmaku od jedne godine ili preko godine dana. Deformacije nastale na klizištu mogu biti :

-poprečne na smjer kretanja mase

-podudarne sa smjerom kretanja mase

60. Deformacije

POPREČNE NA SMJER KRETANJA MASE odnosi se uglavnom na čelnu pukotinu, ponuđen je raspon skoka u četiri kategorije od 0 m do 1,0m

1,0 m do 5,0 m

5,0 m do 10,0 m

i preko 10,0 m

61. Deformacije PODUDARNE SA SMJEROM KRETANJA mase križićem se upiše o kakvim se pukotinama radi mogu biti:

TANGENCIJALNE PUKOTINE,

RADIJALNE PUKOTINE U STOPI KLIZIŠTA,

EROZIJSKA NESTABILNOST,

ISPUPČENJA U TIJELU KLIZIŠTA,

NAJAHIVANJE materijala u stopi klizišta,

VLAČNE PUKOTINE sa zjevom, te

PUKOTINE SA SKOKOM.

62. Mjerodavni inženjerskogeološki model pojave, predložena su pet modela. U slučaju prepoznavanja modela odgovarajuću kućicu označiti sa X. Postoji i prazno mjesto na kojem se skicira novi model klizanja.

**D**

**63.D ŠTETE I SANACIJA** ili **D** baza opisuju se nastale štete, moguće štete te sanacija tih šteta: evidentiraju se štete na objektima, daju se osnovni podaci o daljnjem razvoju pojave, evidentira se postojeća dokumentacija (prema šifri dokumenata).

**64. OBJEKTI NA KLIZIŠTU I NEPOSREDNO UZ** klizište ponuđeno je nekoliko vrsta objekata koje se označe sa križićem. Mogu biti

NASTAMBE,  
 GOSPDARSKJE ZGRADE,  
 JAVNI OBJEKTI,  
 INDUSTRIJSKI OBJEKTI,  
 PROMETNICE (ceste ili pruge),  
 INSTALACIJE (podzemne ili nadzemne), te  
 POTPORNi ZID.

Svaki od tih objekata može biti

NEOŠTEČEN,  
 UGROŽEN,  
 DJELOMIČNO OŠTEČEN, ili  
 SRUŠEN.

U rubriku se upisuje BROJ koliko je tih objekata koji su ugroženi i to u ravnini sa odabranim objektom. Ostale rubrike ostaju prazne.

65. DIREKTNA ŠTETA nastala od djelovanja klizišta i mogu biti:

BEZ ŠTETE,  
 MINIMALNA,  
 MALA,  
 SREDNJA,  
 VELIKA,  
 JAKO VELIKA,  
 KATASTROFALNA.

Označavaju se oznakom X u odabranom polju.

66. INDIREKTNA ŠTETA šteta nastala zbog klizišta u neposrednoj blizini i mogu biti:

BEZ ŠTETE,  
 MINIMALNA,  
 MALA,  
 SREDNJA,  
 VELIKA,  
 JAKO VELIKA,  
 KATASTROFALNA.

Označavaju se oznakom X u odabranom polju.

67. PROGNOZA I POSTUPCI. Na osnovi postojećih istraživanja i obilazaka, te vremenski registriranih aktivnosti klizišta upisati prognozu, ponašanje kliznog tijela i upozoriti na mogućnost daljnjeg razvoja na još netaknuti teren. Na tim površinama registrirati objekte koji su ugroženi. Ponuditi prijedlog kako postupiti prilikom sanacije klizišta.

68. PROGNOZA odrediti u kojoj je fazi klizište koje može biti:

TENDENCIJA K SMIRIVANJU,  
 TENDENCIJA K ŠIRENJU,  
 STABILIZIRANO,  
 NEIZVJESNO

Odabrati jedno od ponuđenih mogućnosti i upisati X.



69. POTREBA ZA OSKULTACIJAMA prema procjeni potrebno je ugraditi:  
 REPERE,  
 INKLINOMETRE,  
 OSTALO odabrati jednu od mogućnosti i upisati X.

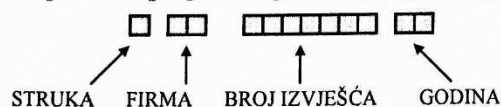
70. POTREBA ZA ISTRAŽIVANJIMA određuje se razina istražnih radova koji mogu biti:  
 PRETHODNO PROVEDENA,  
 POTREBNA ili  
 NEPOTREBNA.

71. POTREBA ZA SANACIJOM: određuje se već prema tome što klizište ugrožava i može biti:  
 NIJE NEOPHODNA,  
 SAMO PREVENTIVNA,  
 PO SMIRIVANJU KLIZANJA,  
 NEOPHODNA I  
 NEODLOŽNA.

72. OCJENA USPJEŠNOSTI SANACIJE: daje se nakon izvršene sanacije klizišta i može biti:  
 NIJE SANIRANO,  
 USPJEŠNO SANIRANO,  
 NEUSPJEŠNO i  
 DJELOMICE SANIRANO.

73. MOGUĆNOST SANACIJE (MJERE): preporučuje se način na koji će se klizište sanirati:  
 UREĐENJEM POVRŠINE,  
 DRENIRANJEM,  
 POTPORNOM KONSTRUKCIJOM,  
 KOMBINIRANO i  
 OSTALO.

74 DOKUMENTACIJA: JBD (jedinstveni broj dokumenta) upisuje se dokumentacija koja je korištena prilikom obrade klizišta. Za upis broja dokumentacije ostavljeno je 12 praznih polja u koja se upisuju brojke prema ovom šifrantu:



**Šifrant po kojem se ispunjava JBD**

Prvo polje upisuju se brojevi za struku iz koje je dokument kako slijedi: □

1. inženjerska geologija
2. geomehanika
3. geologija
4. hidrogeologija
5. geofizika

6. geotektonika

7.

8.

9.

Drugo i treće polje upisuje se firma, institucija koja je izradila dokument kako slijedi:

01 - IGI

☐

02 - IGH

03 - RGN

04 - Geoekspert

05 - PMF....

99 - .....

☐

Slijedećih sedam polja rezervirani su za broj dokumenta.

☐

Posljednja dva polja rezervirana su za godinu.  
na pr. 96. (1996.godina.)

## E

75. **E** baza, SKICA, skicira se klizište u približnom mjerilu, nacрта se uzdužni profil, te eventualni poprečni profil isto tako i ostali zanimljivi grafički detalji. U slučaju da je klizište geodetski snimljeno "slika" se digitalizira ili skanira u tif formatu i tako pohranjuje u bazu podataka. Ako postoji skica može se zaljepiti "zaklamati" uz katastarski list.

76. **FOTOGRAFIJA** prilažu se slike klizišta, kratko se opišu skaniraju u tif formatu i odlože u bazu podataka.

77. **OSTALE BILJEŠKE** u ovu se rubriku unose podaci interesantni za klizište koji nisu obuhvaćeni ostalim rubrikama, mogu se upisati podaci iz ostalih rubrika u kojima nije bilo dovoljno mjesta. Upisuje se prvo na koju se bazu odnose dopune na pr. B-text., C-text , a ako nema dovoljno mjesta prilaže se dodatni list papira na kojem su ispisani ostali podaci.